

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MENENTUKAN DAERAH RAWAN BANJIR

Trihono Kadri¹

ABSTRAK

Berbagai alternatif untuk penyelesaian banjir telah dilakukan baik oleh pemerintah maupun masyarakat luas; akan tetapi mengingat kompleksnya masalah yang dihadapi dan terbatasnya biaya, maka penyelesaiannya belum dapat dirasakan masyarakat. Salah satu kelemahan yang terjadi saat ini ialah belum adanya informasi yang akurat dengan memperhatikan historis dari parameter yang mempengaruhi dan juga terdiskrit secara spasial.

Tingkat resiko di daerah rawan banjir bervariasi tergantung kondisi topografis dan elevasi muka air sungai. Dengan menggunakan peta kontur serta melalui analisis hidrologi dan hidraulika dapat ditentukan daerah banjir menurut tingkat resiko terhadap banjir. Ini dapat digunakan sebagai acuan penataan ruang wilayah sehingga resiko terjadi bencana/kerusakan/kerugian akibat genangan banjir yang diderita oleh masyarakat dapat direduksi.

Integrasi sistem informasi geografis dengan model hidraulika HEC-RAS dengan bantuan interface HEC-geoRAS dapat digunakan untuk memetakan prakiraan daerah rawan banjir pada periode ulang tertentu.

Kata kunci : Sistem informasi geografis, daerah rawan banjir, integrasi model.

ABSTRACT

Government and community have done many alternatives for flood handling, but the complexity of the problem and limited budget make the results are not significantly felt by the people. Unavailability of accurate comprehensive information concerning historical information of the affecting parameter is one of the drawbacks facing currently.

Level of risk in flood-prone area depends on topographic condition and water level in the river. By using contour map and hydrological as well as hydraulic analysis, flooded area can be divided according to the risk level. This information can be used in designing city plan so that reduces disaster risk, damage and loss.

Integrated geographic information system and hydraulic model HEC-RAS with HEC-geoRAS interface can be used to get detail map of flooded area in particular return period.

Key-words: *Geographic Information System, Sensitive Flooded Area, Integration Model*

1. PENDAHULUAN

Mengamati fenomena banjir yang terjadi di beberapa daerah di Indonesia, maka hampir tidak mungkin dihindari adanya masalah banjir, sehingga masyarakat pada daerah rawan banjir harus dipersiapkan untuk dapat hidup layak pada kondisi tersebut. Untuk itu diperlukan strategi manajemen yang tepat agar dapat tetap hidup layak di daerah rawan banjir tersebut.

Berbagai alternatif untuk penyelesaian banjir telah dilakukan baik oleh pemerintah maupun masyarakat luas, akan tetapi mengingat kompleksnya masalah yang dihadapi dan terbatasnya biaya, maka penyelesaiannya belum dapat dirasakan masyarakat. Salah satu kelemahan yang

¹ Dosen Biasa Jurusan Teknik Sipil FTSP-USAKTI

saat ini ialah belum adanya informasi yang akurat dengan memperhatikan historis dari parameter yang mempengaruhi dan juga terdiskrit secara spasial.

Dengan tuntutan masyarakat, maka informasi daerah rawan banjir perlu disampaikan secara luas kepada masyarakat melalui media informasi yang berkembang dengan pesat saat ini sebagai bagian amanat Undang-Undang Sumber Daya Air No. 7/2004. Informasi berbasis data statistik dan didasari batas administrasi saja tidaklah cukup untuk mengantisipasi kemungkinan kerugian akibat banjir, sehingga masih diperlukan suatu metode untuk mengkaji banjir dengan analisis spasial. Informasi yang diperlukan masyarakat pada daerah rawan banjir adalah karakteristik banjir seperti kedalaman, kecepatan, lama dan frekuensi terjadinya banjir.

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk menentukan daerah rawan banjir, dari yang paling sederhana dengan pengukuran peil banjir sampai dengan menggunakan citra satelit. Berbagai metode tersebut dapat disatukan dalam sistem informasi geografis, sehingga memberikan gambaran spasial akan luasan genangan banjir dan mempunyai kemampuan analisis yang jauh lagi. Jika diintegrasikan dengan dengan model hidraulika, maka sistem informasi geografis dapat dikembangkan untuk memetakan genangan banjir yang akan terjadi. Pada tulisan ini akan dielaborasi kemampuan integrasi sistem informasi geografis dengan model hidraulika untuk dapat memetakan daerah rawan banjir pada periode ulang tertentu. Beberapa perangkat lunak telah dikembangkan untuk memetakan daerah rawan banjir, pada kesempatan ini dijabarkan perangkat lunak yang mudah didapat (*freeware*) pada internet yang kembangkan *US Army Corps of Engineer* yaitu HEC atau *Hydrology Engineering Centre*, sehingga dapat dengan mudah dikembangkan tanpa adanya kendala keterbatasan perangkat lunak.

2. DAERAH RAWAN BANJIR DAN PENGELOLAANNYA

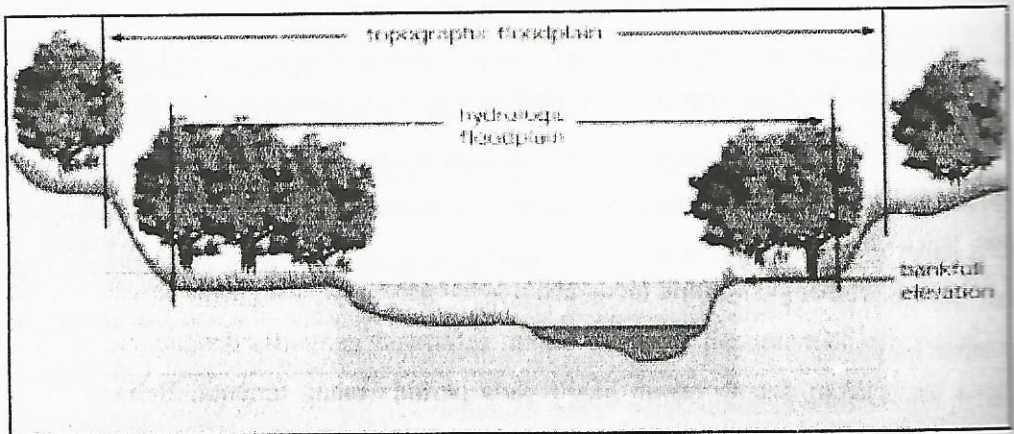
Daerah rawan banjir dapat dikenali berdasarkan karakter wilayah banjir yang dapat dikelompokkan sebagai: (1) limpasan dari tepi sungai; (2) wilayah cekungan; dan (3) banjir akibat pasang surut. Masing-masing penyebab karakter wilayah tersebut mempunyai spesifikasi dalam pengelolaan dan penanganannya tingkat resiko yang terjadi.

Tingkat resiko di daerah rawan banjir bervariasi tergantung kondisi topografis dan elevasi muka air sungai. Dengan menggunakan peta kontur serta melalui analisis hidrologi dan hidraulika dapat ditentukan dataran banjir menurut tingkat resiko terhadap banjir. Ini dapat digunakan sebagai acuan penataan ruang wilayah sehingga resiko terjadi bencana/kerusakan/kerugian akibat genangan banjir yang diderita oleh masyarakat dapat direduksi.

Batas (*delineasi*) daerah rawan banjir didefinisikan untuk menentukan apakah lokasi tersebut membutuhkan pengelolaan khusus agar dapat mereduksi kerugian yang terjadi. Batas daerah rawan banjir dan dilengkapi dengan parameter utama banjir dapat dipergunakan sebagai dasar

penentuan tingkat resiko dalam pengelolaan daerah tersebut. Beberapa dasar dalam pengelolaan daerah rawan banjir antara lain sebagai berikut:

- 1) daerah penguasaan sungai/cekungan yang telah terbangun perlu dievaluasi kembali kecenderungannya dan kemampuan daya dukung kawasan tersebut;
- 2) perkembangan kawasan yang belum terbangun perlu dipertahankan fungsinya sebagai kawasan lindung/sebagai jalur hijau;
- 3) daerah penguasaan sungai/cekungan akan digunakan sebagai kawasan budidaya perlu ditentukan spesifikasi bangunan dengan pengawasan yang ketat sehingga tetap mempunyai fungsi dataran banjir sekurang-kurangnya terhadap banjir periode ulang 50 tahun.



Gambar 1. Daerah penguasaan sungai.

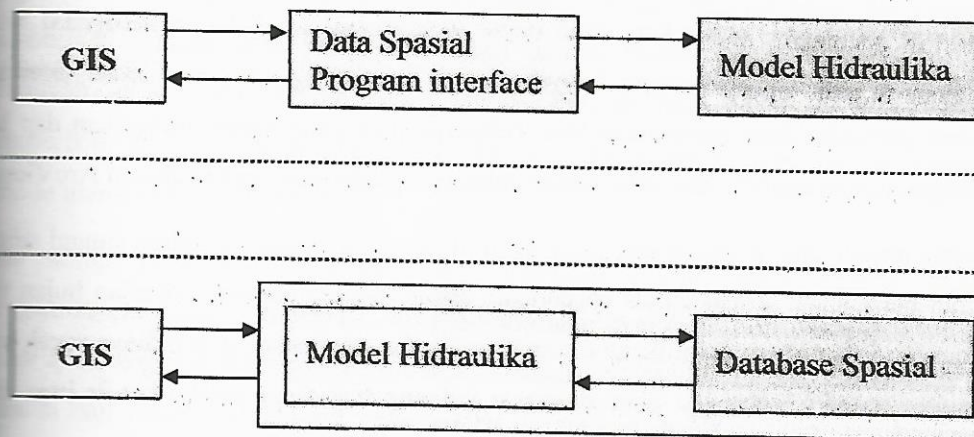
3. INTEGRASI SIG DENGAN MODEL HIDRAULIKA SUNGAI

Pemetaan daerah rawan banjir dapat dilakukan dengan integrasi sistem informasi geografis dengan model hidraulika aliran sungai. Pendekatan permodelan integrasi ini mengacu pada beberapa pustaka seperti Dinigian dan Huber (1991), Craig dan Burnette (1993), Murny dan Paola (1997), Reed dkk (1999), Shanker Kumar (1999) dalam Ghani (2000) yang menyatakan bahwa pemetaan luapan air banjir dapat menggunakan dua pendekatan yaitu:

1. Integrasi eksternal model hidraulik dan hidrologi dengan SIG atau dikenal sebagai *External Couple*;
2. Integrasi internal model hidraulik dan hidrologi dengan SIG atau dikenal sebagai *Internal Couple*.

Pendekatan integrasi eksternal merupakan integrasi yang paling banyak digunakan di kalangan para analis karena sistem informasi geografis membekali data geometri yang diperlukan model hidraulika dan kemudian setelah simulasi aliran diekspor kembali ke sistem informasi geografis untuk penggambaran daerah genangan dan analisis keputusan. Integrasi internal dapat dilakukan apabila sistem informasi geografis mempunyai bahasa pemrograman tertentu.

sehingga analisa hidraulika dan hidrologi dapat masuk ke dalam program. Perbedaan struktur hubungan eksternal dan internal dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Integrasi model dengan GIS. Integrasi eksternal (atas) dan integrasi internal (bawah).

Pemilihan kedua struktur hubungan ini sangat tergantung pada tujuan dari analisis, kebutuhan pengguna, ketersediaan data, program yang digunakan dan kemampuan analisis dalam mengendalikan model tersebut. Pertanyaan awal yang dapat dijadikan acuan pada pemilihan struktur program adalah: (1) analisis apa yang akan dilakukan? (2) seberapa sering apa model digunakan? (3) tahapan kejadian yang akan dianalisis? (4) informasi yang harus disajikan?

Untuk mempermudah integrasi antara model hidraulika dan sistem informasi geografis, HEC mengembangkan HEC-GeoRAS. Program ini kemudian dapat digunakan sebagai *interface* dengan perangkat lunak SIG seperti ArcView sehingga dapat secara langsung memproses data spasial yang terdapat dalam SIG kedalam model tersebut.

Selanjutnya sistem ini menjadi media dari analisa model ke dalam analisa spasial. Integrasi ini merupakan integrasi eksternal mengingat masing-masing program telah mempunyai bahasa masing-masing akan tetapi dapat disatukan dengan adanya program *interface*. ArcView akan bekerja dengan optimal apabila digunakan data peta DEM (*Digital Elevation Model*) yang umumnya dibangkitkan berdasarkan data radar atau foto udara yang akurat. Sedangkan data sungai lahan dapat secara baik digunakan peta berdasarkan citra satelit.

Interface HEC-GeoRAS membentuk *shape file* pada ArcView sebagai hasil dari hitungan HEC-RAS. *shape file* ini yang kemudian dapat diaktifkan di layar untuk mengetahui daerah rawan banjir. Model *extension* ini memungkinkan menanggulangi aspek dua dimensi pada aliran melalui hubungan antara geometri sungai dengan model *digital terrain* dalam bentuk format *Triangulated Irregular Network* (TIN). Dengan *extension* ini, keluaran didapatkan dari HEC-RAS untuk setiap penampang diinterpolasikan antara potongan penampang, termasuk kedalaman dan

kecepatan air permukaan. Model ini memungkinkan untuk memetakan daerah genangan banjir untuk hidrograf banjir pada periode ulang tertentu.

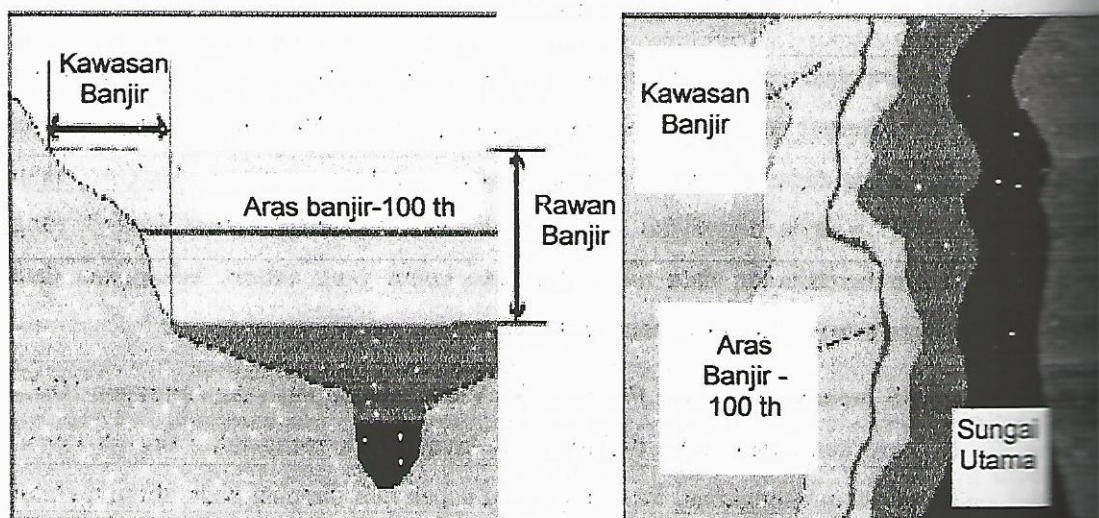
Shape file ini yang kemudian dapat diaktifkan di layar untuk mengetahui genangan. Apabila telah didapatkan daerah genangan, maka kemudian dapat dieksplorasi lebih lanjut mengenai risiko banjir yang akan terjadi seperti berapa banyak rumah atau bangunan yang akan terendam, kerusakan lahan pertanian atau peruntukan lain, beberapa jiwa yang harus diungsikan dan lain-lain sesuai dengan tujuan analisis dan keberadaan database spasial yang terkait dalam ArcView.

Luapan air yang terjadi sangat tergantung pada debit aliran yang masuk ke dalam sungai sebagai limpasan aliran permukaan sesuai siklus pergerakan aliran. Secara statistik kejadian hujan yang mengakibatkan limpasan aliran permukaan merupakan bagian dari peluang terjadinya curah hujan dengan intensitas tertentu, sehingga pada dasarnya peluang terjadinya rawan banjir juga dapat diperkirakan secara statistik.

Kejadian banjir secara analisis frekuensi umumnya dinyatakan dalam periode ulang atau *return period* 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun. Periode ulang ini yang kemudian dijadikan acuan dalam pengendalian banjir ataupun memperkirakan rawan banjir. Pada gambar 3 terlihat daerah rawan banjir pada periode ulang 100 tahun di atas batas sempadan sungai.

4. PENERAPAN SIG UNTUK MEMETAKAN DAERAH RAWAN BANJIR

Penerapan sistem informasi geografis untuk memetakan daerah rawan banjir telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Ghani, dkk (2000) mengembangkan model integrasi antara ArcView dengan HEC-6, Fluvial 12 dan HEC-RAS. Model integrasi ini digunakan untuk memprediksi perubahan aras air sungai, sehingga dapat diketahui luapan air sungai yang akan terjadi

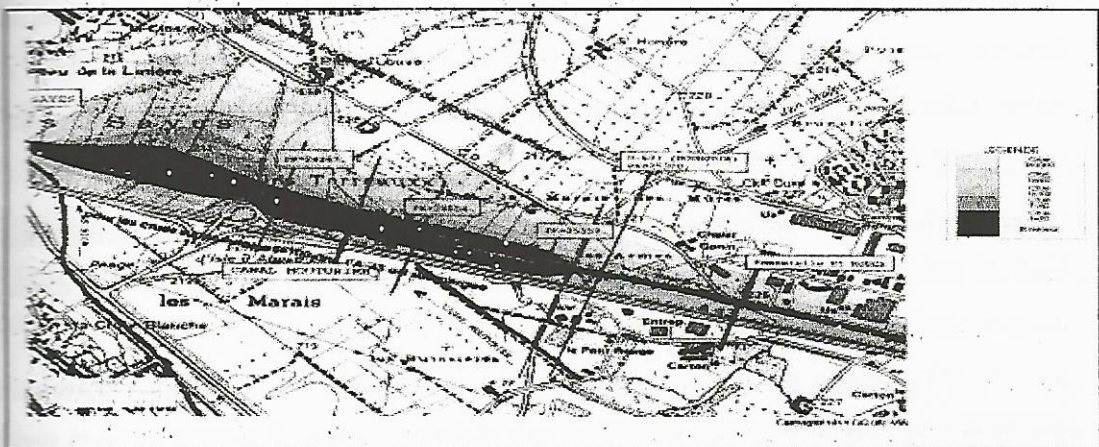


Gambar 3. Daerah/ kawasan rawan banjir berdasarkan periode ulang.

Hasil hitungan model ini kemudian digambarkan dalam bentuk poligon dengan bantuan HEC-RAS dan kemudian diekspor ke dalam Arc View. Kedua *shape file* tersebut dapat dilihat secara bersamaan dan kedalaman daerah genangan. Hal ini merupakan *overlay* antar peta dasar lokasi dengan hasil hitungan model yang digambarkan secara spasial pada ArcView. *Overlay* ini memberikan penampakan yang jelas akan daerah rawan banjir. Salah satu contoh adalah penelitian garis batas dataran banjir sungai Pari di Ipoh Malaysia dimodelkan dan dapat memberikan arahan bagi perkembangan kawasan berdasarkan batas daerah rawan banjir pada waktu yang tertentu (Gambar 4).

Penelitian yang sama, Sanders dan Tabuchis (2000) pada Sungai Thames, Inggris mengembangkan sistem informasi geografis berbasis ArcView untuk mengetahui nilai kerugian (*value of damage*) akibat terjadinya banjir. Dengan menggunakan data kedalaman air, portofolio asuransi dan fungsi kehilangan, maka dapat ditentukan perkiraan kerugian berdasarkan jumlah dan banyaknya properti yang terendam, sistem ini memanfaatkan kode pos bangunan yang telah tercatat data tipe bangunan dan lokasinya dalam sistem informasi geografis.

Perkembangan sistem model yang hampir sama dengan Ghani (2000) di Malaysia dilakukan oleh Samad dan, dkk (2001) untuk mendefinisikan dataran banjir secara tepat berdasarkan analisis ArcView yang diintegrasikan dengan HEC-6 dengan bantuan *interface* AVHEC-6.avx untuk mengetahui pergerakan sedimen atau menentukan gerakan morfologi sungai.



Gambar 4. Peta daerah rawan banjir (Ghani, 2000).

Pitocchi dan Mazzoli (2001) menggunakan integrasi model HEC-RAS, HEC-HMS dan HEC-geRAS dengan ArcView untuk analisis manajemen resiko hidrologi (*hydrologic risk management*). Sistem ini secara khusus dikembangkan untuk keperluan rekonstruksi kurva debit dan neraca air pada DAS tersebut dan memberikan hasil menggambarkan hubungan debit dan kedalaman dalam kondisi muka air tinggi dan rendah dengan memperhatikan parameter aliran. Selain itu Pitocchi dan Mazzoli (2001) juga menggunakan sistem model ini untuk proses

perencanaan dan manajemen banjir di DAS Romagna, Italia. Pada DAS ini pembangunan air dilakukan parsial, sehingga sistem model ini harus menjadi koneksi/hubungan *database* antar berbagai data untuk keperluan perencanaan.

Benavides, dkk (2001) mengaplikasikan HEC-HMS, HEC-RAS, HEC-GeoRAS dengan ArcView dan menggunakan data dari NEXRAD radar untuk menganalisis alternatif metode pengendalian banjir pada DAS Clear dengan luas 260 mil persegi dengan fokus daerah banjir seluas 164 mil persegi di Houston Amerika Serikat. Tujuan dari studi ini ialah untuk menguji keragaman dan efektifitas dari alternatif pengendalian banjir yang spesifik untuk mendapatkan hasil yang dapat diterima. Sistem model ini kemudian digunakan untuk mengevaluasi rencana saluran yang ada dengan berbagai skenario kombinasi dengan mendasarkan analisis dengan ArcView dan HEC-GeoRAS. Skenario tersebut digunakan untuk menghitung kerugian atau biaya yang harus dikeluarkan untuk memperbaiki akibat kerusakan akibat banjir dengan memperhitungkan berapa rumah atau bangunan yang rusak akibat banjir tersebut.

Fongers (2002) melakukan studi hidrologi di DAS Ryerson dan menghasilkan hasil yang baik untuk memprediksi volume limpasan dan aliran puncak banjir melalui kondisi langsung permukaan tanah pada hujan dengan periode ulang 2, 10 dan 100 tahunan. DAS Ryerson dibagi menjadi sub-sub DAS kecil yang kemudian direprestasikan ke dalam elemen hidrologi pada HEC-HMS. Secara rinci dilakukan uji terhadap berbagai *Curve Number* agar diperoleh nilai yang paling sesuai untuk setiap sub-sub DAS tersebut dan sekaligus diuji untuk setiap periode ulang tertentu. Fongers (2002) juga menyatakan bahwa sistem ini dapat dikembangkan untuk pengelolaan hujan badai (*stormwater*) secara efektif dan menjabarkan kemungkinan untuk mengembangkan manajemen *stormwater* untuk daerah hulu DAS.

Penerapan metode ini juga dilakukan oleh penulis pada banjir kota Bekasi berdasarkan kondisi biofisik DAS Bekasi hulu pada tahun 2003 dan proyeksi 2013. ArcView 3.2 diintegrasikan dengan HEC-RAS dengan bantuan HEC-geoRAS menggambarkan genangan seluas 124,4 ha pada debit rancangan dengan periode ulang 10 tahunan pada kondisi biofisik DAS tahun 2003. Sementara itu prakiraan luasan genangan pada debit rancangan 25 dan 50 tahunan pada kondisi biofisik tahun 2003 sebesar 423,0 ha dan 896,4 ha..

Beberapa aplikasi yang telah diuraikan di atas menunjukkan pentingnya informasi daerah rawan banjir dan penggunaan integrasi model hidraulika dengan sistem informasi untuk memetakan daerah rawan banjir. Hal ini perlu dikembangkan lebih lanjut di Indonesia yang merupakan wilayah dengan tingkat resiko bencana banjir cukup besar.

Saat ini di Indonesia telah banyak dikembangkan metode identifikasi masalah genangan banjir hanya saja informasi ini masih belum “membumi” sehingga justru masyarakat yang menderita kerugian akibat banjir belum dapat mengakses data ini dengan mudah.

5. SIMPULAN

Masyarakat yang pada daerah rawan banjir memerlukan informasi akan resiko banjir yang harus dihadapi, untuk itu diperlukan suatu informasi prakiraan daerah rawan banjir yang berbasis spasial untuk mengantisipasi kerugian akibat banjir. Integrasi sistem informasi geografis dengan model hidraulika HEC-RAS dengan bantuan *interface* HEC-gepRAS dapat digunakan untuk memetakan prakiraan daerah rawan banjir pada periode ulang tertentu.

6. PUSTAKA

1. Benavides, J.A., Pietruszewski, B., Kirsch, B., Bedient, P. 2001. *Analysis Flood Control Alternatives for the Clear Creek Watershed in a Geographic Information System Framework*, Department of Environmental Science and Engineering, Rice University, Houston, Texas.
2. Fongers, D. 2002. *A Hydrologic Study of the Ryerson Creek Watershed*, Hydrologic Studies Unit, Land and Water Management Division Michigan Department of Environmental Quality.
3. Ghani, AB., Sinnakuadan, S.K., Ahmad, M.S., Zakaria, N.A., Abdullah, R. Abustan, I. 2000. *Isu dan Amalan Dalam Reka Bentuk Sistem Pemetaan risiko Banjir Secara Menyeluruh*. National Civil Engineering Conference, AWAM 2000.
4. Pistocchi, A., Mazzoli, P. 2001. *Use of HEC-RAS and HEC-HMS model with ArcView for Hydrologic Risk Management*.
5. Sinnakudan, S.K., Gani, AB., Ahmad, M.S., Zakaria, N.A. 2001. *Pendefinisian Dataran Banjir Secara Tepat Bagi Analisis Risiko Banjir Secara Mampan*. Unit Kejuruteraan Sungai dan Saliran Bandar, Pusat Pengkajian Kejuruteraan Awan, Universiti Sains Malaysia.
6. Sanders, S., Tabuchis, S. 2000. *Decision Support System for Flood Risk Analysis for the River Thames, United Kingdom*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 66 No. 10. United Kingdom.